

## CAPÍTULO 4

### DESMISTIFICANDO CUSTOS SOBRE O USO DA ENERGIA SOLAR

BATISTA, Fernanda Pimentel

LOUREIRO, Luis Carlos

**RESUMO:** As energias renováveis estão sendo cada vez mais usadas, não só pela redução dos danos provocados ao meio ambiente, mas também como principal fonte substituta aos combustíveis fósseis, que são recursos esgotáveis. O objetivo deste trabalho é realizar um comparativo entre os gastos com energia elétrica usados pelo Empreendimento X, com o fornecimento de eletricidade através da empresa Light S.A. e com a produção de sua própria energia por meio de painéis solares fotovoltaicos. Será realizado um estudo de viabilidade econômica que realizará as demonstrações financeiras sobre em quanto tempo o investimento será pago e o retorno financeiro obtido após a dívida ser amortizada. Serão utilizadas ferramentas de contabilidade de custos, tomada de decisão e planejamento estratégico, para fundamentar e entender o objetivo do estudo. As conclusões a serem obtidas tem como foco principal demonstrar e incentivar o uso dessa nova fonte de energia, realizando demonstrações acerca da redução de custos para o usuário a longo prazo, bem como também o incentivo desta prática sustentável e a independência energética. Pelo resultado do trabalho, foi possível verificar que em um período de cinco anos o investimento é pago e, após esse período, há uma redução significativa nos custos fixos e diretos do Empreendimento, proporcionando um maior lucro.

**Palavras-chave:** Energia Solar. Custos. Meio Ambiente. Painéis Solares. Amortização.

**ABSTRACT:** Renewable energies are being used more and more, due not only to the reduction of damage to the environment, but also as the main substitute source for fossil fuels, which are exhaustible resources. The objective of this work is to compare the expenditures for electricity used by Enterprise X with the supply of electricity through the company Light S.A. and with the production of its own energy through photovoltaic solar panels. An economic feasibility study will be carried out that will carry out the financial statements on how long the investment will be paid and the financial return obtained after the debt is amortized. Cost accounting tools, decision making and strategic planning will be used to support and understand the purpose of the study. The main conclusions are to demonstrate and encourage the use of this new source of energy, making demonstrations at a cost reduction for the user in the long term, as well as the incentive of this sustainable practice and energy independence. Based on the result of the work, it was possible to verify that in a period of 5 years the investment is paid, and after this period, there is a significant reduction in the fixed and direct costs of the Enterprise, providing a higher profit.

**Keywords:** Solar Energy. Costs. Environment. Solar Panels. Amortization.

#### 1. Introdução

O Brasil é um dos países com maior potencial fotovoltaico do mundo, porém, sua matriz energética é voltada para as hidrelétricas, uma fonte de energia que ao contrário do que muitos pensam, não é totalmente limpa e causa sérios danos à natureza e à população que vive próxima a essas usinas. No mundo, por outro lado, a geração de energia é baseada na queima de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural, por exemplo. Essas fontes de energia geram impactos e danos não só à natureza, como à saúde humana, pela liberação de gases poluentes ou riscos de causar um acidente nuclear, além de serem recursos finitos.

A matriz energética mundial é composta de quase 80% de combustíveis fósseis e somente 10,3% de energias renováveis modernas (solar, eólica, biomassa e geotérmica), segundo dados obtidos no relatório do REN21 (Renewable Energies 21st Century).

Com o passar do tempo, as pessoas têm tomado ciência de como é importante que se tenham atitudes sustentáveis, buscando novas maneiras ao uso de energia limpa. É importante acrescentar que o uso da energia solar é evidente devido ao alto grau energético proveniente desta fonte. Nesse contexto, a energia solar vem se destacando pela facilidade de geração de energia.

Existe muita dúvida referente às vantagens financeiras no uso da energia solar, porém, atualmente, no Brasil se tem um elevadíssimo custo de energia. Em seu preço final, estão acrescentados os valores de produção, transporte, fiação, encargos e tributos, o que encarece o valor total. A energia solar, proveniente do sistema fotovoltaico, tem tido destaque pelo seu potencial em não gerar danos à natureza e ao alto poder de produção energética. Seu uso tem crescido gradativamente, porém, ainda depende de alguns fatores como o incentivo governamental e demonstração de como os custos de obtenção de todo o equipamento será amortizado a longo prazo.

O empreendimento objeto deste estudo, como muitos outros, desejava uma fonte de energia que gerasse menos custos mensais, devido à alta demanda de energia que necessita diariamente. Sendo assim, a empresa buscou novas fontes e a solução foi o uso da energia solar. A intenção do Empreendimento X é ser totalmente, ou ao menos, majoritariamente sustentável e capaz de gerar sua própria energia, usando ao mínimo o fornecimento da empresa Light S.A.

Visando ter maior independência, buscou painéis fotovoltaicos capazes de gerar a energia suficiente usada por eles, baseando-se no consumo médio dos cinco anos anteriores. Para que o custo de instalação da nova fonte de energia fosse o menor possível, uma vasta pesquisa de preço foi realizada, em que foi possível juntar qualidade de serviço, equipamentos e baixo custo. Assim, em junho de 2018, foram implantadas as placas de energia fotovoltaica e, desde então, tem sido observada uma redução completa de gastos com fornecedores externos de energia elétrica.

## **2. Perspectivas da energia solar fotovoltaica e os custos relacionados a ela**

O sol é uma fonte de energia renovável, sendo inesgotável, suas possibilidades de uso são inúmeras, tanto para aproveitamento por meio de efeito fotovoltaico ou termoelétrico. O Brasil é um país com muito potencial para a utilização de energia solar, visto que a incidência de radiação é muito alta em todo o território se comparado a outros países.

A figura 01 apresenta o potencial fotovoltaico no Brasil em relação à energia solar emitida sobre o país. É possível analisar que quanto mais roxo o mapa se apresenta, melhor é a absorção fotovoltaica da região. De acordo com o mapa, podemos observar que em parte da região central e nordeste o potencial de absorção fotovoltaica é máximo e em quase todo o país o potencial é mediano. Mesmo que seja baixa ou mediana a irradiação solar, ainda é possível o uso dessa energia. Tais informações demonstram que o Brasil é um país onde é extremamente vantajoso, pelo seu potencial de irradiação solar, o uso da energia solar fotovoltaica, mudando sua principal matriz energética que é a hidrelétrica.



Figura 01 - Mapa de potencial fotovoltaico no Brasil. Fonte: Solar Finger. Disponível em <<https://globalsolaratlas.info/>> 20:06

Ao analisarmos o mapa mundial de radiação solar, é possível perceber que os países mais próximos à linha do equador recebem uma intensidade solar maior devido ao ângulo de inclinação dos raios solares.

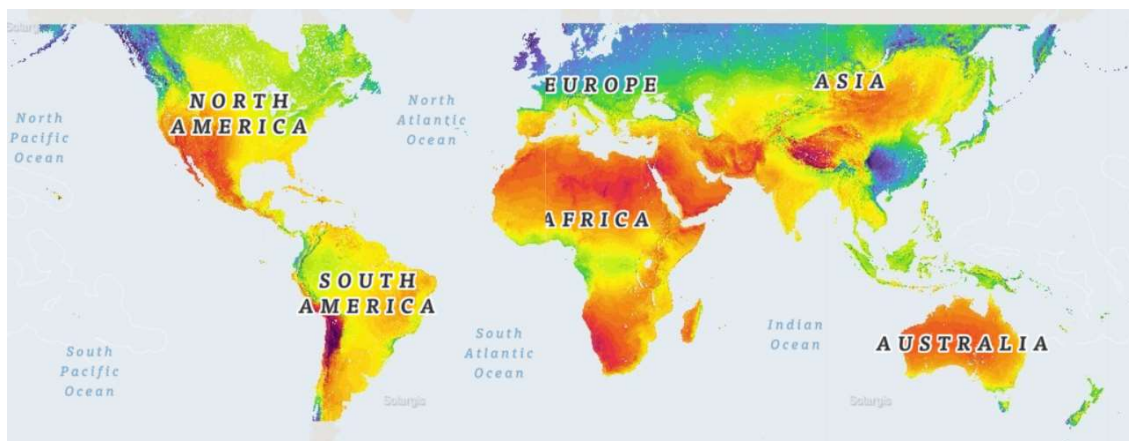


Figura 02 - Mapa de potencial fotovoltaico no mundo. Fonte: Global Solar Atlas. Disponível em <<https://globalsolaratlas.info/>> 20:07

Se compararmos o poder fotovoltaico dessa matriz energética no Brasil com países europeus, é possível observar a superioridade brasileira em termos de potencial de geração e aproveitamento da energia solar. Porém, apesar do menor índice de irradiação, países europeus são grandes investidores dessa fonte de energia. Alemanha, Itália, França, República Tcheca e Bélgica são exemplos de países que investem e favorecem suas populações com incentivos fiscais e redução de taxas para utilização e comercialização dessa energia.

## **2.1. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil**

Apesar de ter sido descoberta há muitos anos, a energia solar começou a ser efetivamente utilizada no Brasil em 2014, quando aconteceu a primeira aplicação de energia solar pelo governo brasileiro, afirma o Ministério de Minas e Energia.

A energia solar vem tomando cada vez mais espaço no mercado energético brasileiro, mesmo estando longe do ideal; ao longo dos últimos anos esse crescimento vem aumentando a partir de incentivos e benefícios concedidos a quem a utiliza. Os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo lideram a produção em micro e mini geração de energia proveniente do sol, conforme comprovam dados da Absolar. No início, o uso dessa matriz era apenas em lugares de difícil acesso com cabeamento elétrico, porém após uma nova regulamentação da ANEEL em 2012 foi permitido o uso doméstico de energia solar. Estudos da ANEEL afirmam que vem crescendo em 300% ao ano o uso dessa fonte de energética.

Algumas medidas têm sido tomadas no país para facilitar o uso dessa energia renovável. Criou-se a Absolar com o intuito de incentivar pesquisa, desenvolvimento, tecnologia e utilização da energia solar, isenção de IPI e ICMS para a fabricação e produção de produtos e equipamentos foi decretado uma alíquota de 2% sobre os produtos importados referentes a mesma, apoio e incentivo do BNDES proporcionando taxas reduzidas para projetos que envolvam a energia solar, isenção de PIS, Cofins e ICMS nos projetos de geração distribuída e é possível utilizar o Construcard da Caixa Econômica Federal para a compra de painéis solares. Desenvolveu-se também o Atlas Solarimético Brasileiro em que é possível para usuários e fabricantes analisarem a disponibilidade solar em território nacional.

Em residências, o caso mais comum é a geração distribuída, em que a casa possui uma central geradora de energia própria e quando seu consumo é menor do que o produzido, esse extra gerado é transferido para as concessionárias de energia e vira crédito para ser abatido nas faturas subsequentes. Empresas e indústrias têm visto cada vez mais essa matriz como uma oportunidade de reduzir seus custos fixos com contas de luz. Após a mudança de fornecimento de energia, há uma significativa alteração nos gastos mensais.

Estudos da IEA PVPS (International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme) apontam que o Brasil foi o 10º país a investir mais em energia solar fotovoltaica em 2017. A capacidade brasileira de instalação e utilização dessa energia deverá crescer 4.059 vezes até 2040, afirmam dados do CELA em 2017.

O intuito de reduzir os custos fixos mensais, seja de empresas ou redes domésticas, nos leva a analisar o custo da energia elétrica do país. Um custo altíssimo, pois suas variáveis dependem principalmente da chuva, um elemento natural, nem sempre tão abundante no país. Em 2014, uma crise de falta d'água nos reservatórios levou a um aumento exponencial no valor final do Kw passado ao usuário final. Diante dessa situação, fica cada vez mais exposta a necessidade de se mudar o cenário nacional, deixando de ser um país com matriz energética hidrelétrica para uma matriz de energia solar.

Um estudo do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) afirma que o na Alemanha o local com maior irradiação solar, é 40% menor do que a região com menor índice irradiação no Brasil. Apesar disso, a Alemanha investe mais nessa fonte de energia do que o Brasil.

Uma maneira simples de utilizar a energia solar por parte dos governos é a colocação em postes de ruas; reduzindo os gastos públicos com iluminação, garantindo, assim, um meio seguro e eficaz de funcionamento. Outra forma interessante de uso são estacionamentos solares que poderiam ser colocados em ruas, estacionamentos públicos, privados e parques. No caso de estacionamento, geraria sombra aos automóveis e não ocuparia muito espaço, em parques teria a mesma funcionalidade aos usuários, gerando áreas de sombra a quem utilizar o local. Utilizações simples que geram conforto aos usuários e benefícios ainda maiores aos cofres públicos, pois poderia ser garantida a iluminação de cada local onde fossem instalados, através da energia solar gerada.

## **2.2. Perspectivas no mercado mundial para a energia solar**

Na época atual, a energia solar vem se destacando cada vez mais frente as outras fontes energéticas, tal fato se dá pela facilidade de uso e instalação sem necessidade de grandes espaços para alocar as placas. Apesar disso, esta matriz energética ainda corresponde a uma parcela muito pequena da matriz energética mundial total.

Acredita-se que a médio e longo prazo a utilização mais expressiva da energia solar irá aumentar, à medida que passou a se entender que os combustíveis fósseis são energias esgotáveis e extremamente poluentes ao meio ambiente. Estudos apontam que em torno de 50 a 55 anos as reservas de petróleo e gás natural irão se esgotar, se continuarem a serem usadas como tem acontecido ultimamente, afirma um estudo de senadores brasileiros.

Com o objetivo de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> no mundo há uma expectativa de crescimento do uso de energia limpa, apesar da resistência de indústrias de energia fóssil. Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica se destaca por ser limpa e renovável, sendo mais vantajosa que outras.

Com a melhora na qualidade dos produtos e baterias componentes do sistema fotovoltaico, a sua utilização ganha destaque, inclusive para sustentação de automóveis a base de energia. Um imóvel com um sistema de qualidade e boa produção energética com baterias capazes de armazenar energia tem condições de abastecer um automóvel movido à energia; tornando, assim, o usuário independente de energias fósseis, redutor de gases poluentes e gerando uma economia e estabilidade financeira.

### **2.3. Custos associados a energia solar**

Os custos envolvidos na aplicação das células fotovoltaicas variam conforme o tamanho e necessidade de produção energética do projeto. A qualidade dos equipamentos também é um grande influenciador do valor final a ser investido. Além disso, é incluído no preço do projeto a homologação e autorização de todo o equipamento.

O preço das placas solares reduziu exponencialmente ao longo dos anos, devido ao conhecimento de novas e melhores tecnologias. As placas podem variar conforme a tecnologia utilizada, dificuldade de instalação e a eficiência desejada.

Apesar das placas serem produzidas no Brasil, a alta no valor final do produto é devido às células utilizadas serem fabricadas foras do país e ser necessária a exportação. Assim, seu valor varia conforme o dólar e influencia diretamente no preço de venda.

O preço é calculado com base no valor necessário para gerar uma unidade de potência, em R\$/Watt ou U\$/Watt. Além disso, ainda é necessário considerar o frete e impostos sobre o equipamento.

Em 2018, o preço médio das placas era de aproximadamente U\$0,35/Watt, porém acrescidos os valores de imposto, frete e câmbio passou a ser U\$0,47/Watt conforme estudo do Portal Solar.

O valor em reais médio para um Kwh proveniente da energia solar está na faixa entre \$0,40-0,50/Kwh, enquanto no Rio de Janeiro, por exemplo, a Light S.A. cobra um preço médio de R\$0,95/Kwh. Assim, é possível observar a vantagem financeira obtida através da energia solar. A eficiência da placa é um fator que influencia diretamente e proporcionalmente o valor repassado ao usuário. Quanto mais cara, maior potência terá e maior qualidade.

Para calcular o preço médio cobrado por instaladores, é necessário se basear no custo do Watt pico (Wp) instalado. No Brasil em 2017, conforme dados do Instituto Ideal, esse valor estava na base de R\$6,29 por Wp. O valor ainda é muito alto quando comparado a outros países, em relação à Alemanha o valor é 70% maior.

Os custos envolvendo manutenção são muito baixos. Se os equipamentos colocados forem de qualidade, é necessária apenas uma limpeza periódica nas placas para que sua eficiência não seja reduzida devido sujeiras ou resíduos acumulados. Acrescidos a eles, deve-se considerar a troca dos inversores a uma média de 15 anos. Os painéis têm validade de 25 anos como garantia de eficiência total, se feita a limpeza periódica corretamente.

Além de todo o sistema, também é acrescido o valor das baterias que armazenam a energia. Estas variam conforme a quantidade instalada e sua capacidade de armazenamento. Um equipamento de extrema importância para quem possui placas fotovoltaicas.

### **2.4. Importância socioambiental da energia solar**

Deveria haver um encorajamento governamental para a utilização dessa fonte de energia, no sentido de diminuição de impostos e incentivo fiscal não só para os fabricantes e empresas de instalação, bem como aos usuários, para que possam ter uma fonte de energia própria e até venderem esse tipo de energia.

Além de incentivar o uso pessoal da energia solar, os governos deveriam adotá-la como fonte distribuidora de energia elétrica, uma vez que, no caso do Brasil, poderia ser utilizada como fonte de distribuição de energia por empresas como Light S.A., ENEL, Eletrobrás e outras. O valor final repassado ao consumidor seria menor, pois fatores tais como redução dos níveis de água nos reservatórios, degradação da região de construção de usinas, riscos de vida envolvendo moradores de locais próximos as hidrelétricas reduziriam por conta da maior segurança e não escassez dos recursos geradores de energia. A energia solar fotovoltaica é capaz de ser armazenada em grandes quantidades, assim, em momentos de menor irradiação solar, não seria necessário um aumento significativo no valor final do consumidor.

A geração de empregos e redução de gastos mensais com energia elétrica traz benefícios não só para a população, como também para o mercado em geral. Um gasto menor em contas com energia faz com o que o consumidor tenha mais dinheiro disponível para usar de outra maneira e conseqüentemente aumentar a circulação monetária em diversos setores. Através desses incentivos, a população é capaz de obter muitas vantagens sociais e econômicas.

### **3. Equipamentos e funcionamento do sistema solar fotovoltaico**

#### **Materiais que compõem o sistema fotovoltaico**

As placas solares que compõem o sistema fotovoltaico são de silício, um material bom condutor de calor e energia. O silício puro é sofre uma transformação até virar fatias do lingote de silício, em que essas são novamente modificadas até virarem células e depois painéis fotovoltaicos.

As células fotovoltaicas podem ser monocristalinas, desenvolvidas a partir de uma fatia de lingote de silício, policristalinas, desenvolvidas a partir de um aglomerado de cristais de silício ou filmes finos, em que são formados a partir de depósitos (gerados por meio de vaporização) do material.

As placas ou módulos solares possuem em média 25 anos de vida útil com uma eficiência de 80 a 90% ao final desses anos. Eles são testados para que essa informação de garantia seja passada aos consumidores com segurança. A Inclinação e angulação em que são colocadas fazem todo o diferencial na eficiência e geração de energia.

#### **Funcionamento dos sistemas energia solar fotovoltaica**

O uso da energia solar como aquecedor térmico funciona através de concentradores ou coletores solares, uma utilização muito comum em casa para aquecimento de água. Por sua vez, para utilizá-la como energia elétrica podem ser utilizados painéis que absorvem esse calor e fazem com que a água ali existente

evapore, gerando vapor que com o auxílio de um concentrador gera energia mecânica, a qual será transformada em energia elétrica através de um gerador.

Existe uma tecnologia, ainda muito pouco utilizada no Brasil, onde a radiação solar é absorvida em uma torre com espelhos, controlados por sistemas de computador que acompanham o movimento das radiações solares. A torre é composta de água, que posteriormente é evaporada e aciona uma turbina onde esse processo é canalizado e produz energia elétrica, que é passada para painéis solares que absorvem o calor e geram a eletricidade. Esse processo de geração de energia por concentração solar é utilizado na Califórnia, onde existe a maior usina desse tipo no mundo, possui extensão territorial de aproximadamente 12 km<sup>2</sup> e utiliza 347 mil espelhos para captação solar. Essa quantidade gera uma energia de 342 megawatts, capaz de fornecer eletricidade a mais de 100 mil residências.

Existem dois sistemas possíveis para a utilização dos painéis fotovoltaicos: *off-grid* e *on-grid*. A escolha de qual modelo utilizar depende do que o usuário necessita. Em sistemas *off-grid* a energia gerada é armazenada em baterias, com o objetivo de abastecer com energia, o local onde é utilizada, nos momentos em que não haja irradiação solar para possibilitar total independência das empresas fornecedoras de energia elétrica. Em sistemas *on-grid* não é gerado nenhum armazenamento. No momento em que a energia é gerada, ela é consumida pelo usuário, e o que sobra é fornecido para as concessionárias de energia. Gera-se crédito ao usuário para atribuir um desconto a ser utilizado nas faturas seguintes pela energia consumida, que é fornecida pelas concessionárias.

Uma vantagem que destaca o sistema *off-grid* é a possibilidade de ainda ter energia mesmo em momentos de apagão. Nesse sistema a independência é completa das concessionárias.

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio da conversão de radiação solar, através de materiais condutores, em eletricidade. Com o auxílio de placas de silício, a luz solar é transportada a conversores que a transformam em energia elétrica.

Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, ela produz uma pequena corrente elétrica. Essa corrente é recolhida por fios ligados à célula, e transferida para os demais componentes do sistema, sendo assim, quanto mais células fotovoltaicas são ligadas em série ou em paralelo, maior a corrente e tensão produzidas (PEREIRA et al., 2006).

Além da qualidade do equipamento, instalação eficiente e potência do sistema, a inclinação influencia diretamente na eficiência do projeto. Para saber a angulação ideal, deve ser feito um estudo para analisar as posições as quais devem ser colocados os painéis e as variações que devem sofrer ao longo dos meses ou anos. Quando o painel colocado se localiza no hemisfério sul, a melhor direção para estar é voltado para o Norte. Da mesma maneira, se for no hemisfério norte, é melhor ser direcionado ao sul. Em regiões com baixa latitude, ou seja, mais próximas à Linha do equador, a inclinação pode ser na direção norte ou sul, pois a radiação é boa em qualquer uma das duas direções.



A posição ideal para a maior eficiência do sistema é que os raios solares incidam sobre a placa com um ângulo de 90°, assim, sua captação é maior, gerando mais energia. A melhor angulação para um sistema, normalmente é dada pelo ângulo da latitude do local em que é instalada. Assim, a placa ficará inclinada em relação a linha do equador, para ter melhor absorção solar.

Quando a energia solar é para uso próprio, é instalada na cobertura ou telhado dos imóveis. No entanto, se for para distribuição de energia, ele é colocado no solo, de maneira que toda a placa solar seja coberta de irradiação.

Fatores como temperatura e fixação influenciam também no funcionamento do sistema. Ambientes com temperatura elevada geram perda ao sistema, contudo, se a fixação não for tão próxima a uma superfície plana, possibilita uma circulação maior de correntes de ar que irão resfriar o sistema. A agitação das células eleva a temperatura no sistema, porém ao ultrapassar a temperatura ideal, o funcionamento fica prejudicado, pois a potência energética diminui. Locais em que ocorre sombra sobre os módulos também prejudicam a eficiência de seu sistema. O acúmulo de sujeira nas placas diminui consideravelmente seu resultado, portanto, um cuidado simples acarreta uma melhora do sistema.

### **Sistemas geradores de energia solar fotovoltaica**

Com o objetivo de gerar mais energia limpa e facilitar a propagação em áreas rurais, são utilizadas as fazendas solares. Esse termo surgiu na Inglaterra, quando fazendeiros revestiam os campos com painéis solares e toda a energia produzida era vendida às concessionárias. Hoje em dia, as empresas alugam ou possuem seus próprios terrenos para utilização das fazendas solares, mantendo assim um padrão e qualidade de geração.

A microgeração são sistemas capazes de gerar energia suficiente para seu uso próprio. Esse é o tipo mais comum utilizado em residências e empreendimentos que buscam autonomia energética.

Minigeração é comum a centros comerciais e indústrias que visam uma redução energética em sua quase totalidade, porém ainda necessitam utilizar a energia de concessionárias como complemento a sua rede.

Existem também as usinas solares, mais utilizadas por concessionárias, como fonte geradora para a distribuição e venda de energia.

### **Vantagens e desvantagens**

Ao pensar em energia solar fotovoltaica, é possível analisar diversos fatores positivos ao seu uso em diversos aspectos: social, ambiental e econômico. Dentre estas, podemos destacar:

- Redução na emissão de gases do efeito estufa e desmatamento para criação de áreas para usinas hidrelétricas.
- Fonte de energia limpa, renovável e inesgotável.
- Instalação simples e baixo custo de manutenção, devido à grande vida útil do sistema.

- Bom para lugares de difícil acesso onde o uso de energia elétrica por cabeamento não é possível.
- Aumento na geração de emprego, por se tratar de um mercado novo e pouco explorado.
- Redução de gastos com energia elétrica fornecida por companhias públicas ou privadas.
- Valorização do imóvel por produzir sua própria energia.
- É possível armazenar e até vender energia para terceiros.

Apesar dos benefícios é importante ressaltar alguns pontos negativos que a energia solar apresenta, como:

- Alto custo de investimento, principalmente pelo uso de geradores para armazenamento da energia produzida.
- Não gera energia à noite e em dias chuvosos sua produção é reduzida.

Ainda assim, pode-se observar que a utilização da energia solar fotovoltaica traz inúmeros benefícios não só para quem a utiliza como para toda a sociedade.

#### 4. Caso concreto aplicado ao empreendimento

No empreendimento objeto deste estudo, sua necessidade energética era em média 13.000 Kwh e eram gastos R\$15.000,00 mensalmente com as despesas de energia elétrica. Visto o alto custo mensal com esse tipo de energia, foi analisada a possibilidade de instalação de placas de energia solar. O custo para investimento foi de R\$600.000,00 e uma produção de 13.000 Kwh de energia são gerados através das placas solares fotovoltaicas.

Custo de investimento: R\$600.000,00

Custo médio de luz antes: R\$15.000,00

Custo médio de luz depois: R\$3.000,00

Pode-se observar um custo alto no valor do investimento, porém, o custo direto e os gastos com energia elétrica eram em média altíssimos.

A tabela 1 e a tabela 2 indicam os gastos mensais no período analisado, antes e depois da aplicação dos painéis solares de energia elétrica fotovoltaica.

ANTES						
MÊS	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
CONSUMO (Kwh)	12.000	13.000	13.000	15.000	14.000	13.500
GASTO (R\$)	13.920	15.080	15.080	17.400	16.240	15.660

Tabela 01 – Consumo e gasto energético antes da energia solar. Fonte: Autora

DEPOIS						
MÊS	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro

CONSUMO(Kwh)	14.500	14.000	14.150	15.700	15.000	14.500
GASTO (R\$)	1.350	900	1.040	2.430	1.800	1.350

Tabela 02 – Consumo e gasto energético depois da energia solar. Fonte: Autora

A economia mensal ao longo dos meses, pode ser observado na tabela 3.

ECONOMIA						
R\$	12.570	14.180	14.040	14.970	14.440	14.310

Tabela 03 – Economia financeira obtida após o uso da energia solar fotovoltaica. Fonte: Autora

Se calcularmos a média da redução dos gastos, encontramos um valor mensal médio de R\$14.085,00.

Para saber em quanto tempo o investimento feito irá trazer retorno financeiro, podemos calcular a partir do período de uma série *postecipada*, em que serão considerados os valores de investimento, média economizada, revertendo os valores poupados para o pagamento da dívida feita, e um juros percentual ao mês. Considerando  $n$  o número de meses necessários para pagar o investimento. Portanto,

$$n = -\left\{ \frac{\ln\left[1 - \left[\frac{PV}{PMT}\right] \cdot i\right]}{\ln(1 + i)} \right\}$$

Dessa maneira, tomando como base um valor de R\$12.000,00 economizados mensalmente, investimento de R\$600.000,00 e taxa de juros 1% ao mês, obtemos:

$$n = -\left\{ \frac{\ln\left[1 - \left[\frac{600000}{12000}\right] \cdot 0,01\right]}{\ln(1 + 0,01)} \right\}$$

$$n = -\left\{ \frac{\ln[1 - [50] \cdot 0,01]}{\ln(1,01)} \right\}$$

$$n = -\left\{ \frac{\ln[1 - 0,5]}{\ln(1,01)} \right\}$$

$$n = -\left\{ \frac{\ln(0,5)}{\ln(1,01)} \right\}$$

$$n = -\left\{ \frac{-0,6931}{0,00995} \right\}$$

$$n = 69,67$$

$$n \cong 70 \text{ meses}$$

Podemos observar que a dívida seria amortizada ao longo de 70 meses, utilizando um valor médio de R\$12.000,00 mensais. Ao longo de 5 a 6 anos, todo o investimento seria pago, e a longo prazo o valor economizado seria revertido em lucro ao empreendimento.

A redução no valor da dívida foi feita considerando um valor mensal de R\$12.000,00, que foi economizado com o gasto fixo de energia, sendo este, investido para o pagamento da dívida. A amortização dessa dívida é realizada em apenas 6 anos.

## **5. Considerações finais**

Há um aumento significativo no consumo de energia elétrica no mundo. As fontes de energia não renováveis, principalmente os combustíveis fósseis, que se destacam nesse sentido. Porém, são energia esgotáveis e com alta capacidade de poluição.

Nesse viés, a energia solar tem se destacado. É uma energia limpa, inesgotável e renovável. Além de sua fonte energética ser disponível em abundância no mundo, é uma alternativa viável a áreas remotas e de difícil acesso para eletricidade.

Ser gerador da sua energia elétrica, além de tornar o usuário independente de companhias de energia, acrescenta redução nas despesas uma vez que não será necessário pagar por energia fornecida por concessionárias.

Com o passar dos anos, a expectativa é que não só no Brasil, mas em todo o mundo haja uma crescente utilização de energia solar. O esgotamento de combustíveis fósseis como o petróleo, por exemplo, traz uma necessidade por busca de novas fontes inesgotáveis.

Neste estudo de caso, foi necessário entender como a energia solar fotovoltaica funciona, sua importância e conhecer as ferramentas de custo, para, então, ser analisado o benefício dessa fonte energética ao empreendimento analisado. Pode-se perceber que, apesar do alto custo de investimento, essa dívida é amortizada ao longo de 6 anos, com a economia mensal gerada. Assim, é válido utilizar desta fonte, pois o retorno vem a médio e longo prazo.

A proposta de incentivo ao uso da energia solar baseia-se a partir da análise dos benefícios gerados, retorno financeiro e conscientização ambiental. A ideia de ser independente de terceiros e não ter custos mensais altos com energia elétrica traz uma motivação ainda maior ao uso da energia solar.

## **Referências**

CELA – Clean Energy Latin America. Disponível em: <<https://www.cela.com.br/>>. Acessado em: 10 de mar. 2019

CRESESB - Centro De Referência Para Energia Solar E Eólica Sérgio De Salvo Brito; Energia Solar: Princípios e Aplicações. Tutorial Solar, 2006. Solar Fotovoltaica: Panorama, Oportunidades e Desafios. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/10184/15266087/painel+3+ap+7+2017.10.19+ABSOLAR+->

+Energia+Solar+Fotovoltaica+-+Dr.+Rodrigo+Lopes+Sauaia.pdf/54f8b161-751b-0639-bd04-77a60cac45c3>. Acesso em: 18 out. 2018.

IDEAL - Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. Disponível em: <<https://institutoideal.org/>>. Acessado em: 15 fev. 2019

IEA – Internacional Energy Agency, 2012. Disponível em: <[www.iea.org](http://www.iea.org)>. Acesso em: 20 de nov. de 2018

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L. de.; RÜTHER, R. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos: INPE, 2006.

REDE DE POLÍTICAS DE ENERGIA RENOVÁVEL PARA O SÉCULO 21. Relatório da Situação Global das Energias Renováveis 2016. S.I.: REN21, 2016. Disponível em:<[http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/11/REN21\\_GSR2016\\_KeyFindings\\_port\\_02.pdf](http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/11/REN21_GSR2016_KeyFindings_port_02.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2018.

SOLAR FINGER. Disponível em:<<https://globalsolaratlas.info/>>. Acesso em: 20 de jan. 2019